Aus der physiol.-chemischen Abteilung
des physiologischen Instituts der Universität Rostock

Über die Färbkraft des Hämoglobins des Nabelvenenblutes

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Walter von Golz

Druck von Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei / Rostock
1934

Referent: Professor Dr. F. von Krüger.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Es ist schon lange bekannt, daß die Hämoglobine verschiedenen Ursprungs, trotz gewisser gemeinsamer Eigenschaften (Gasbindungsvermögen, spektrales Verhalten, Lieferung von Hämatin bzw. Hämochromogen bei der Aufspaltung), sich durch eine Reihe anderer Eigenschaften deutlich voneinander unterscheiden (Wasserlöslichkeit und Kristallisationsfähigkeit, Kristallform, Resistenz gegen zersetzende Agentien, elementare Zusammensetzung), so daß es wohl kaum bezweifelt werden kann, daß die Hämoglobine verschiedener Tiere verschiedene chemische Individuen darstellen.

Besonders augenfällig sind die Unterschiede der Hämoglobine verschiedener Tierarten in Bezug auf die Resistenz gegenüber zersetzenden Agentien, namentlich gegenüber Natronlauge. Das war bereits 1866 Körber[1]) aufgefallen, der Blutlösungen annähernd gleichen Hämoglobingehaltes, hergestellt aus dem Blute verschiedener Tiere, auf ihre Resistenz untersuchte.

Da, wie gesagt, Körber mit Blutlösungen und nicht mit Lösungen reinen, kristallisierten Hämoglobins arbeitete, wurde von seiten Preyers[2]) der Einwand gemacht, daß Körbers Untersuchungen und ihre Ergebnisse nicht unbedingt für eine Verschiedenheit der Hämoglobine zu sprechen brauchen, denn „die Grundbedingung derartiger Untersuchungen", sagt Preyer, „die Hämoglobine der verschiedenen Tiere unter absolut gleiche Bedingungen zu bringen, war nicht erfüllt, so daß die Zeitunterschiede, welche bei der Einwirkung von Essigsäure oder Natronlauge auf Blut bis zum Verschwinden der Absorptionsstreifen im Spektrum beobachtet wurden, zum Teil auf quantitative und qualitative Unterschiede in der Blutzusammensetzung, zum Teil auf verschiedene Diffusionszeit, zum Teil auf die ungleiche Resistenz bezogen werden können" [3]).

---

1) E. Körber, Über Differenzen des Blutfarbstoffes. Diss. Dorpat 1866.

2) W. Preyer, Die Blutkrystalle. Jena 1871.

3) W. Preyer, a. a. O., S. 61.

Durch Untersuchungen an Lösungen von reinem, mehrfach umkristallisierten Pferde- und Hundehämoglobin konnte Krüger[4]) voll und ganz die Befunde Körbers bestätigen und damit die Einwände Preyers zurückweisen.

Das Ergebnis Körbers und v. Krügers fand eine weitere Bestätigung durch Magnanimi[5]) und Ziemke[6]). Letzterer schlug sogar die Resistenzbestimmung des Hämoglobins zur gerichtlichen Differentialdiagnose von Menschen- und Tierblut vor.

In neuerer Zeit sind von v. Krüger[7]) gemeinsam mit seinem Mitarbeiter Fago Bestimmungen der Resistenz des Blutfarbstoffes einer größeren Reihe von Tierklassen und -arten veröffentlicht worden. Näher auf diese Arbeit einzugehen, würde zu weit führen. Es sei nur kurz erwähnt, daß von allen bisher untersuchten Hämoglobinarten das Hämoglobin des Menschen das am wenigsten resistente ist und daß die Differenzen in der Widerstandskraft des Blutfarbstoffes verschiedener Tierarten ganz außerordentlich groß sind. So ist z. B. das Hämoglobin von Rindern und Schafen mehr als 2000 mal resistenter als das des gesunden erwachsenen Menschen.

Ich habe die Worte „gesund“ und „erwachsen“ durch Sperrdruck hervorgehoben, weil die Hämoglobinresistenz auch bei einem und demselben Individuum in Abhängigkeit von gewissen physiologischen und pathologischen Bedingungen Schwankungen unterworfen ist. So fanden Bischoff[8]), Wörpel[9]) und Schulte[10]) die Resistenz des Blutfarbstoffes bei der perniciösen (Biermer'schen) Anämie der Norm gegenüber stets erhöht.

Was die physiologischen Bedingungen anlangt, die von Einfluß auf die Resistenz des Blutfarbstoffes, vielleicht wäre es

4) F. Krüger, Über die ungleiche Resistenz des Blutfarbstoffs verschiedener Thiere gegen zersetzende Agentien. Z. f. Biologie, **24**, 318. 1888.

5) R. Magnanimi, zit. nach Ziemke.

6) E. Ziemke, Über die ungleiche Resistenz des Blutfarbstoffes verschiedener Tiere gegen Alkalien und eine hierauf begründete Methode zur Unterscheidung von Menschen- und Tierblut. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. **22**, 77. 1901.

7) F. v. Krüger, Vergl. Untersuchungen über die Resistenz des Hämoglobins verschiedener Tiere. Z. f. vergl. Physiol. **2**, 254. 1925.

8) Bischoff, Hämoglobinresistenzuntersuchung bei Säuglingen, Monatsschr. f. Kinderhlkd. Bd. **31**, S. 231.

9) Wörpel, Med. Klin. **1925**, Nr. 43, S. 1610.

10) Schulte, Studien zur Frage nach der Hämoglobinresistenz. Diss. Rostock 1925.

richtiger zu sagen des Blutfarbstoffgemisches im Blute, sind, so wären zu erwähnen: das Geschlecht, die Gravidität, ganz besonders aber die verschiedenen Lebensperioden. Bei der Frage nach dem Einfluß dieser letzteren möchte ich einen Augenblick stehen bleiben.

Bei Gelegenheit eingehender Untersuchungen über die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Nabelvenenblutes im Momente der Geburt sind von Wakulenko[11]) auch Bestimmungen der Resistenz des Hämoglobins desselben ausgeführt worden, die zu dem auffallenden Ergebnis führten, daß der Blutfarbstoff des Nabelvenenblutes etwa 100 mal resistenter gegenüber Natronlauge ist als der des Blutes Erwachsener. Während der Periode des intrauterinen Lebens wird somit beim Menschen ein anderes Hämoglobin produziert als während des extrauterinen Lebens, nämlich ein bedeutend widerstandsfähigeres.

Später ist das Nabelvenenblut auf Veranlassung von Professor v. Krüger auch noch von Bischoff[12]) untersucht worden, welcher fand, daß die Resistenz des Hämoglobins des Nabelvenenblutes im Momente der Geburt durchschnittlich 155 mal größer ist als die des Hämoglobins Erwachsener und etwa 130 mal größer als die des Blutfarbstoffes des mütterlichen Blutes. Bischoffs Ergebnisse stimmen also sehr gut mit denen von Wakulenko überein.

Die Hauptaufgabe jedoch, die Bischoff gestellt worden war, bestand in einer systematischen Verfolgung der Veränderungen der Resistenz des Hämoglobins des Blutes von Neugeborenen und Säuglingen im Laufe des ersten Lebensjahres. Diese Untersuchungen führten zu dem interessanten Ergebnis, daß die Blutfarbstoffresistenz mit zunehmendem Alter des Säuglings abnimmt, und zwar in den ersten 5 Monaten nach der Geburt sehr schnell, von da ab aber nur ganz langsam, derart, daß zum Schluß des ersten oder zu Beginn des zweiten Lebensjahres der Wert der Resistenz des Hämoglobins Erwachsener erreicht wird.

Bezugnehmend auf die angeführten Untersuchungen und Ergebnisse seiner Mitarbeiter Wakulenko und Bischoff schreibt

11) J. Wakulenko, Zur Frage nach d. Zusammensetz. u. d. Eigenschaften d. Nabelvenenblutes im Momente der Geburt. Diss. Tomsk, 1910 (russisch).

12) H. Bischoff, Untersuchungen über die Resistenz des Hämoglobins des Menschenblutes, mit besonderer Berücksichtigung des Säuglingsalters. Z. ges. exper. Med., 48, 472 (1925). (Auszug aus der Habilitationsschrift.)

nun F. v. Krüger[13]) in einer in der „Medizinischen Welt“ veröffentlichten zusammenfassenden Abhandlung: „Das neugeborene Kind bringt also ein sehr widerstandsfähiges Hämoglobin mit auf die Welt, — nennen wir es „fötales“ Hämoglobin, — welches nur allmählich abgebaut und durch leicht zersetzliches „normales“ Hämoglobin ersetzt wird. Mit fortschreitender Entwicklung des Neugeborenen muß dann, so muß man annehmen, die Hämoglobinresistenz seines Blutes, entsprechend der Verminderung des fötalen, schwer zersetzlichen und Zunahme des normalen, leicht zersetzlichen Blutfarbstoffes, mehr und mehr abnehmen, weil sich das Mischungsverhältnis der beiden Hämoglobine immer mehr zugunsten des letzteren ändert, bis schließlich nach vollkommenem Schwund des fötalen Hämoglobins das Blut des Kindes dieselbe Blutfarbstoffresistenz aufweist, wie das Blut Erwachsener.“

Die Verschiedenheit gewisser Eigenschaften der Hämoglobine verschiedener Herkunft, von denen ich besonders die Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit derselben gegenüber Natronlauge hervorgehoben habe, ließ vermuten, daß auch ihre Färbekraft Unterschiede aufweisen würde.

Die ersten Versuche zur Lösung dieser Frage sind auf Veranlassung von Prof. F. v. Krüger von Paula Degel[14]) vorgenommen worden.

Da es bisher nicht gelungen war, beständige Standardlösungen von genau der gleichen Farbe wie die einer Oxyhämoglobinlösung herzustellen und auch die Farben eines roten Glases nie genau mit der einer Blutlösung übereinstimmen, benutzte Degel als Vergleichslösung eine Lösung von Menschenblut, die ihrem Hämoglobingehalte nach einer 1 %igen Lösung eines Blutes von 100 % Hämoglobin nach Sahli entsprach, nachdem sie sich vorher davon überzeugt hatte, daß die Färbekraft des Hämoglobins gesunder, erwachsener Menschen eine konstante Größe darstellt.

Die von Degel ausgearbeitete und zu ihren Bestimmungen benutzte Untersuchungsmethode gebe ich im folgenden mit ihren eigenen Worten wieder:

„Das Versuchsblut — ungefähr 8—10 Tropfen — wurde, um das Blut möglichst von Serum zu befreien, in einem Probierröhrchen, das mit 3—4 ccm physiologischer Kochsalzlösung be-

13) F. v. Krüger, Bestimmung der Hämoglobinresistenz und ihre praktische Bedeutung. Med. Welt, Jg. 1, Nr. 9, 1927.

14) Paula Degel, Über die Färbekraft der Hämoglobine verschiedener Tiere. Z. f. vergl. Physiol., 17, 337. 1932.

schickt war, aufgefangen. Nach dem Eintritt der ersten Gerinnungserscheinungen wurde die Fibrinausscheidung durch Hin- und Herschwenken der Blutkörperchenaufschwemmung beschleunigt und diese dann in Zentrifugengläschen von 10—12 cm Länge und ungefähr 0,75 cm Durchmesser übergeführt. Die ausgefallenen Fibringerinnsel wurden dabei möglichst im Probiergläschen zurückgelassen. Während 15 Min. wurde auf einer Zentrifuge bei 3000 Umdrehungen in der Minute die Trennung der geformten Blutelemente vom NaCl-Gemisch vorgenommen. Der Möglichkeit, daß eventuell Farbstoffe des Serums eine Änderung der Hämoglobinfärbekraft hervorrufen, was ja Rosin und Jellinek mit zur Erklärung ihrer Differenzen bei vergleichenden Bestimmungen von Eisen- und Hämoglobingehalt heranziehen, wurde dadurch vorgebeugt. Das Waschwasser, mit dem der größte Teil des Serums entfernt wird, wurde abgegossen und zur Lösung der abzentrifugierten roten Blutkörperchen das abgegossene, salzhaltige Waschwasser durch destilliertes Wasser ersetzt. Durch nochmaliges Zentrifugieren gelang es, eine vollständig klare Lösung zu erhalten.

Von jeder so vorbehandelten Blutprobe wurde eine Lösung hergestellt, die ihrem Hämatingehalt nach einer 1 % igen Lösung von Menschenblut mit einem Hämoglobingehalt von 100 % nach Sahli entsprach. Das Meßröhrchen wurde, wie F. v. Krüger, Fago und Bischoff beschreiben, in der üblichen Weise mit n/10 Salzsäure gefüllt und je nach der Konzentration $^1/_{10}$ ccm oder $^2/_{10}$ ccm der Blutkörperchenlösung zugefügt. Dieses Blut-Salzsäuregemisch wurde mindestens 10 Min. lang in einem Wasserbade von ungefähr 50° erwärmt. Da die Sahli-Methode durch Zusatz von Salzsäure zur Blutlösung nicht den Hämoglobingehalt angibt, sondern den relativen prozentualen Hämatinwert, muß man bei der Ausführung dieser Bestimmungen sicher gehen, alles Hämoglobin in Hämatin umgewandelt zu haben. Die vollständige Aufspaltung in Hämatin und das Maximum der Braunfärbung sind, wie aus den Untersuchungen von Komiya und Katakura hervorgeht, dann erreicht, wenn das Blut-Salzsäuregemisch mindestens 10 Min. lang auf 30—50° erwärmt worden war.

Da die wässrigen Blutkörperchenlösungen einen verschiedenen Gehalt an Farbstoff enthielten, mußte errechnet werden, wieviel ccm dieser Lösungen auf 20 ccm mit Wasser aufgefüllt werden mußten, um die gewünschte Farbstofflösung zu erhalten, die, wie oben bereits gesagt, einer 1 % igen Lösung eines Blutes von 100 % Hämaglobin nach Sahli entspricht. Setzt man den gefundenen Hämoglobingehalt nach Sahli gleich p, so muß man, um die

gewünschte Lösung zu erhalten, statt 0,1 ccm der wässrigen Blutkörperchenlösung (100:p) ccm beim Auffüllen auf 20 ccm oder (100:2p) ccm beim Auffüllen auf 10 ccm nehmen. Auf diese Weise erhalten wir Blutlösungen von stets gleichem Hämatingehalt. Bei unseren Bestimmungen der Färbekraft vergleichen wir somit nicht Blutlösungen von gleichem Hämoglobingehalt, sondern von gleichem Hämatingehalt.

Zum Auffüllen verwendete ich eine 0,25 % ige Lösung von Natriumkarbonat, um in destilliertem Wasser etwa ausfallende Eiweißkörper in Lösung zu erhalten. Kraus, Koßler und Scholz bemerken in ihrer Arbeit, daß die technische Hauptschwierigkeit beim Herstellen ihrer Blutlösungen darin bestand, beim Verdünnen des Blutes mit Wasser wegen mangelhafter Lösung der Stromata der Erythrozyten, evtl. auch durch Ausfällen eines Teils der Serumglobuline eine mehr oder weniger getrübte Flüssigkeit zu erhalten, welche nicht ohne weiteres zur Bestimmung der Lichtabsorption geeignet ist. Man kann nun allerdings durch Verwendung einer schwachen Sodalösung eine vollständig klare Lösung gewinnen. Hüfner, Leichtenstern und Noorden u. a. haben sich dieses Verfahrens bedient.

Für meine Farbintensitätsbestimmungen benutzte ich den Leitzschen Kolorimeter. Da mir kein verdunkelter Raum zur Verfügung stand, wurde der Apparat durch eine kleine umgebaute Dunkelkammer, deren Plan und Ausführung ich der liebenswürdigen Unterstützung von Herrn Prof. v. Krüger verdanke, so abgedeckt, daß es möglich war, mit konstanter Helligkeit zu arbeiten und durch eine starke, stets im gleichen Abstand vom Spiegel aufgestellten Lampe die Voraussetzungen für eine gleichmäßige Beleuchtung des Gesichtsfelds zu schaffen.

Jeder Versuchsreihe, die zumeist außer der Bestimmung des stets mitlaufenden Kontrollblutes vier weitere Vergleiche verschiedener Blutarten umfaßte, ging eine Prüfung des Apparates auf die Richtigkeit seiner Einstellung voraus. Der Becher, in den der rechte Glaszylinder eintaucht, wurde mit der Standardlösung gefüllt, deren Färbekraft als 100 angenommen wurde. Der entsprechende linke Becher nahm das Lösungsmittel, die 0,25 % ige Natriumkarbonatlösung auf. Die beiden oberen Tröge wurden vorerst entfernt und die Glaszylinder soweit gesenkt, daß sie direkt den Boden der Becher berühren. Standen Apparat und Spiegel richtig, so erschien das Gesichtsfeld in gleichmäßig heller Beleuchtung. Ein weiterer Beweis für die richtige Einstellung des Apparates war gegeben, wenn die Farbengleichheit beim Einfügen der ent-

sprechend mit Standardlösung und Lösungsmittel gefüllten Tröge beim Teilstrich 10 lag. Nun konnte zur Untersuchung der weiteren Lösungen geschritten werden, die jeweils von dem linken oberen Trog aufgenommen wurden. Der an der Skala abgelesene Wert stellt, mit 10 multipliziert, direkt die Größe der betreffenden Färbekraft in Prozenten der Standardlösung dar.

Daß jeder Versuchsreihe eine sorgfältige Reinigung der eintauchenden Glaszylinder sowie der Becher und Aufnahmetröge vorausgeht, ist selbstverständlich[15])."

Nach dieser Methode wurde von Degel die relative Färbekraft des Hämoglobins einer größeren Reihe von Vertretern aus der Klasse der Säugetiere, Vögel, Fische und Amphibien und Reptilien, unter Zugrundelegung von 100 für die Färbekraft des Blutfarbstoffes gesunder, erwachsener Menschen, bestimmt.

Es konnte festgestellt werden, daß die Färbekraft des Hämoglobins aus Menschenblut unter normalen Bedingungen eine konstante Größe darstellt, die keine individuellen Schwankungen erkennen läßt. Die geringen Schwankungen, die beobachtet werden, liegen innerhalb der Fehlergrenze der Methode. Bei einigen Tierarten scheinen jedoch größere individuelle Schwankungen vorzukommen, als deren Ursache Degel Rasseverschiedenheit, Altersunterschiede und Art der Ernährung annimmt.

Von den Hämoglobinen der untersuchten Säugetiere besitzt das des Menschen die größte Färbekraft. Eine verhältnismäßig geringe Färbekraft weisen die Hämoglobine der Fische auf, während die Färbekraft des Blutfarbstoffes der Vögel durchweg größer ist als die des Menschenhämoglobins.

Bezüglich des Menschenblutes findet sich bei Degel die kurze Bemerkung: „Außerdem hat sich bei der Untersuchung von Frauenblut in der Zeit der Menstruation eine geringe Erhöhung der Hämoglobinfärbekraft ergeben[16])." Die Beobachtung ist nur nebenbei gemacht und nicht weiter von ihr verfolgt worden. Mit Recht fügt sie aber hinzu: „Vielleicht ist es, um Fehlerquellen vorzubeugen, empfehlenswert, zur Herstellung der Standardlösung Männerblut zu verwenden."

Die soeben angeführte Beobachtung Degels veranlaßte Johanna Schnieber[17]) den Einfluß der Menstruation auf die

---

15) P. Degel, a. a. O., S. 342/43.

16) P. Degel, a. a. O., S. 347.

17) J. Schnieber, Über die Färbekraft des Hämoglobins zur Zeit der Menstruation. Diss. Rostock, 1933.

Färbekraft des Blutfarbstoffes näher zu untersuchen. Als Versuchsperson diente sie selbst und zwei andere junge Mädchen, und zwar wurden die Bestimmungen bei allen drei Personen in drei Perioden der Menses gemacht, derart, daß sie in der menstruationsfreien Zeit etwa jeden dritten Tag erfolgten, während der Menses dagegen und möglichst noch 2—3 Tage vorher und nachher täglich.

Die beiläufige Beobachtung Degels konnte bestätigt werden: es erwies sich in der Tat, daß die Intensität der Färbekraft des Blutfarbstoffes während der Menstruation eine größere war. Die Steigerung war keine sehr starke, betrug aber doch durchschnittlich 2 bis 3 %.

Schnieber fügt dabei hinzu, daß sie den Eindruck gewonnen habe, daß die Stärke der Blutungen und der Grad der Erhöhung der Färbekraft des Hämoglobins Hand in Hand gehen.

Wenn nun schon ein physiologischer Prozeß, wie die Menstruation, Veränderungen in der Färbekraft des Blutfarbstoffes verursachen kann, so darf man erwarten, daß auch gewisse pathologische Vorgänge nach dieser Richtung hin nicht ohne Einfluß sein werden, wobei in erster Linie an die verschiedenen Formen der Anämien zu denken ist, ganz besonders an die perniciöse Anämie.

In dieser Erwartung sind von Paula Degel und F. v. Krüger[18]) Bestimmungen bei Tieren, welche durch subkutane Phenylhydrazininjektion perniciös-anämisch gemacht worden waren, ausgeführt worden, wobei festgestellt werden konnte, daß in den ersten Tagen nach der Injektion die Färbekraft des Hämoglobins wesentlich zunahm, um dann wieder herabzusinken und zum Ende der zweiten oder Anfang der dritten Woche zur Norm zurückzukehren.

Ferner hatten sie die Gelegenheit, die Färbekraft des Hämoglobins in 6 Fällen von perniciöser Anämie und in 3 Fällen von myeloischer Leukämie zu bestimmen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war folgendes: Bei der perniciösen Anämie war in 5 von den 6 untersuchten Fällen die Färbekraft mehr oder weniger erhöht (um 1,9—4 %), während sie in einem Falle an der oberen Grenze der Norm lag. Im allgemeinen wurde der Eindruck gewonnen, daß der Grad der Erhöhung der Färbekraft des Blutfarbstoffes mehr oder weniger mit der Stärke der Anisocytose Hand in Hand ging. Dasselbe gilt auch für die experimentelle Phenyl-

---

18) Paula Degel und F. v. Krüger, Die Färbekraft des Blutfarbstoffes bei Anämien, insonderheit bei der perniziösen Anämie. Z. f. d. ges. exp. Med., **83**, 615. 1932.

hydrazinanämie. Die Bestimmungen der Färbekraft bei myeloischer Leukämie führten nicht zu einheitlichen Ergebnissen.

Weitere Untersuchungen über die Färbekraft der Hämoglobine liegen m. W. in der Literatur nicht vor.

Es ist eingangs darauf hingewiesen worden, daß das Hämoglobin des Nabelvenenblutes sich in Bezug auf seine Resistenz gegenüber Natronlauge außerordentlich vom Hämoglobin Erwachsener unterscheidet, indem es etwa 150 mal widerstandsfähiger als letztere ist. Es war nun nicht uninteressant zu prüfen, wie es sich in Bezug auf die Färbekraft verhält. Ich folgte daher gern dem Vorschlage von Prof. F. v. Krüger, eine solche Prüfung vorzunehmen.

Ich gehe nun zu meinen Untersuchungen über.

Das kindliche Blut wurde unmittelbar nach der Geburt des Kindes dem placentaren Ende der Nabelvene entnommen, in ein Reagensglas gebracht und die Gerinnung abgewartet, die sich, wie schon Krüger[19]) früher beobachtet hatte, viel langsamer abspielt als die Gerinnung des Blutes Erwachsener.

Nachdem sich der Blutkuchen gebildet und das Serum ausgeschieden hatte, wurde letzteres abgegossen und das verbleibende Koagulum durch ein Leinenläppchen gepreßt. Der erhaltene Blutkörperchenbrei wurde darauf mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, die Erythrozytenaufschwemmung zentrifugiert und die Bestimmung der Färbekraft des Hämoglobins im übrigen genau nach der oben angegebenen Methode von Degel ausgeführt.

Gleichzeitig mit der Bestimmung der Färbekraft des Blutfarbstoffes des Nabelvenenblutes wurde eine solche des mütterlichen Hämoglobins vorgenommen. Das mütterliche Blut wurde durch Venenpunktion während des Kreißens oder gleich nach der Geburt des Kindes gewonnen und in der gleichen Weise behandelt wie das Nabelvenenblut.

Das Blut, das zur Herstellung der Kontroll- oder Standardlösung dienen sollte, entstammte gesunden Männern und wurde durch Einstich in die Fingerbeere erhalten.

Es sei hinzugefügt, daß ich bei Bereitung der Standardlösung eine Mahnung von Degel und v. Krüger berücksichtigte, indem ich stets die Färbekraft des Blutfarbstoffes des Blutes mehrerer gesunder Männer miteinander verglich.

---

19) F. Krüger, Über das Verhalten des fötalen Blutes im Momente der Geburt. Virch. Arch., **104**, 1. 1886.

Degel und v. Krüger sagen nämlich: „Da die Möglichkeit vorliegen kann, daß der Blutfarbstoff des Blutes, das zur Bereitung der Standardlösung in Aussicht genommen ist, in seiner Färbekraft doch nicht ganz der Norm entspricht, ist es notwendig, sich zunächst von der Brauchbarkeit dieses Blutes zu vergewissern Das geschieht in der Weise, daß man zur Kontrolle noch das Blut einer oder zweier anderer gesunder Personen heranzieht, aus dem ebensolche Lösungen hergestellt werden. Zeigt die kolorimetrische Bestimmung der Kontrollen eine Übereinstimmung mit der in Aussicht genommenen „Standardlösung" in Bezug auf die Intensität der Färbung innerhalb der oben genannten Schwankungsgrenzen, d. h. ergibt die kolorimetrische Ablesung, den Wert der „Standardlösung" gleich 100 genommen, für die Kontrollen Werte, die zwischen 99,4 und 100,8 schwanken, so ist das betreffende Blut zur Herstellung einer „Standardlösung" brauchbar[20])."

Zu den kolorimetrischen Bestimmungen benutzte ich, wie auch meine Vorgänger, das Bürker-Leitz'sche Kolorimeter, wobei zur Beleuchtung des Spiegels desselben eine Osram-Nitra-Milchglasbirne von 60 Watt verwendet wurde, die stets in gleichem Abstand vom Kolorimeter stand.

Im ganzen habe ich 40 Fälle untersucht. In den ersten 14 Fällen bestimmte ich direkt nur das prozentuale Verhältnis der Färbekraft des Blutfarbstoffes des mütterlichen Blutes und des Nabelvenenblutes zur Färbekraft des Blutfarbstoffes des normalen Blutes Erwachsener, diese letztere gleich 100 angenommen. Aus den erhaltenen Werten wurden dann die Verhältniszahlen für das kindliche Blut unter Annahme von 100 für das mütterliche Blut berechnet.

In den weiteren 26 Fällen wurde außerdem eine direkte Vergleichsbestimmung der Färbekraft des kindlichen und mütterlichen Hämoglobins ausgeführt, indem die Lösung des mütterlichen Blutes an die Stelle der Standardlösung trat und gleich 100 gesetzt wurde.

Bei genügender Genauigkeit der Bestimmungsmethode mußte natürlich der berechnete Wert mit dem direkt bestimmten zusammenfallen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

---

20) P. Degel und F. v. Krüger, a. a. O., S. 618.

Nr.	Normalblut = 100 Mutter	Kind	Mütterliches Blut = 100 Kind best. a.	Kind ber. b.	a—b	Differenz in %
1.	98,6	108,7	—	110,2	—	—
2.	99,9	107,3	—	107,4	—	—
3.	95,7	99,7	—	104,2	—	—
4.	99,2	104,3	—	105,2	—	—
5.	95,8	104,5	—	109,1	—	—
6.	95,1	101,7	—	106,9	—	—
7.	96,0	99,5	—	103,6	—	—
8.	99,0	105,4	—	106,5	—	—
9.	97,0	104,6	—	107,8	—	—
10.	99,9	107,2	—	107,3	—	—
11.	98,8	99,5	—	100,7	—	—
12.	97,8	104,2	—	106,5	—	—
13.	98,7	109,4	—	110,8	—	—
14.	99,0	105,4	—	106,5	—	—
15.	99,8	105,0	105,9	105,2	+ 0,7	+ 0,66
16.	99,0	106,6	108,2	107,7	+ 0,5	+ 0,46
17.	98,4	104,0	106,0	105,7	+ 0,3	+ 0,28
18.	96,6	105,7	108,8	109,4	— 0,6	— 0,55
19.	97,1	105,9	108,8	109,1	— 0,3	— 0,27
20.	94,1	106,7	112,6	113,4	— 0,8	— 0,70
21.	96,9	106,9	112,2	110,3	+ 1,9	+ 1,69
22.	97,3	109,2	113,6	112,2	+ 1,4	+ 1,23
23.	98,7	106,5	108,0	107,9	+ 0,1	+ 0,09
24.	94,1	101,0	107,6	107,3	+ 0,3	+ 0,28
25.	98,1	105,5	107,8	107,5	+ 0,3	+ 0,28
26.	96,3	106,8	111,4	110,9	+ 0,5	+ 0,45
27.	99,5	108,1	109,6	108,6	+ 1,0	+ 0,91
28.	98,8	109,4	110,2	110,7	— 0,5	— 0,45
29.	97,6	107,6	110,0	110,2	— 0,2	— 0,18
30.	98,7	106,3	108,2	107,7	+ 0,5	+ 0,46
31.	98,4	109,4	111,6	111,2	+ 0,4	+ 0,35
32.	98,5	110,0	112,0	111,7	+ 0,3	+ 0,27
33.	98,8	107,0	107,4	108,3	— 0,9	— 0,83
34.	98,9	106,3	107,6	107,4	+ 0,2	+ 0,18
35.	97,3	106,2	109,6	109,2	+ 0,4	+ 0,37
36.	98,4	108,9	109,6	110,7	— 1,1	— 0,99
37.	99,2	109,2	111,0	110,1	+ 0,9	+ 0,82
38.	99,0	105,9	107,2	107,0	+ 0,2	+ 0,19
39.	97,4	109,4	113,2	112,3	+ 0,9	+ 0,79
40.	97,8	108,5	112,8	110,9	+ 1,9	+ 1,68

In der vorletzten vertikalen Zahlenreihe ist die Differenz zwischen dem direkt bestimmten und den berechneten Werten für die Färbekraft des Hämoglobins des Nabelvenenblutes, bezogen auf die Färbekraft des mütterlichen Blutfarbstoffes gleich 100, in der letzten der prozentuale Unterschied des gefundenen und berechneten Wertes angegeben. Wie ersichtlich, schwankt die prozentuale Abweichung zwischen + 1,7 und — 0,9 %. Das spricht für eine sehr befriedigende Genauigkeit der kolorimetrischen Bestimmung und gestattet somit die Verwertung unserer berechneten Werte bei der Berechnung des gesamten Mittelwertes für den Unterschied der Färbekraft des Blutfarbstoffes des mütterlichen und kindlichen Blutes.

Sehen wir uns unsere Ergebnisse an Hand der Tabelle näher an, so finden wir, daß die Werte für die Färbekraft des Blutfarbstoffes oder Blutfarbstoffgemisches des Blutes von Frauen während des Kreißens und gleich nach der Geburt des Kindes unter der Norm liegen, d. h. unter dem Werte, der für Frauen außerhalb der Gravidität und für gesunde Männer gefunden worden ist. Nur in 4 von 40 untersuchten Fällen (Fall 2, 10, 14 und 27) erreichen sie die Norm. Die Verminderung der Färbekraft ist im allgemeinen keine hohe — sie beträgt im Mittel nur etwa 2 % —, kann aber im Einzelfalle bis zu 4—5 % und mehr herabsinken.

Was die Färbekraft des Hämoglobins oder Hämoglobingemisches des Nabelvenenblutes im Moment der Geburt anlangt, so ist sie, entgegengesetzt der des Hämoglobins des mütterlichen Blutes, der Norm gegenüber deutlich gesteigert und zwar im Mittel um etwa 6 %, und nur in 3 Fällen (Fall 3, 7 und 11) bewegt sie sich in den Grenzen der Norm.

Da die Färbekraft des Blutfarbstoffes des mütterlichen Blutes unter, die des Blutfarbstoffes des entsprechenden Nabelvenenblutes jedoch über der Norm liegt, so muß natürlich bei einem Vergleich der Größe der Färbekraft des Hämoglobins dieser beiden Blutarten die Differenz derselben erst recht zutage treten.

Und so ersehen wir denn auch in der Tat aus der Tabelle, daß der Blutfarbstoff des Nabelvenenblutes durchweg eine weit größere Färbekraft aufweist, als der des mütterlichen Blutes. Der Unterschied beträgt im Mittel 8—9 %.

Selbst in den Fällen, in welchen das Nabelvenenblut normale oder annähernd normale Werte aufwies (Fall 3, 7, 11 und 24),

d. h. solche von 99,5 bis 101,0, lagen die Unterschiede in der Färbekraft des Hämoglobins des mütterlichen Blutes und des Nabelvenenblutes in den Grenzen derselben Größenordnung, wie in den übrigen Fällen. Mit anderen Worten, den kleinsten Werten des Nabelvenenblutes entsprachen sehr niedrige Werte des mütterlichen Blutes (vgl. die oben angeführten Fälle), wobei jedoch das Umgekehrte nicht ausgeschlossen ist, nämlich daß bei niedrigen Werten für das mütterliche Blut das entsprechende Nabelvenenblut relativ hohe Werte zeigt.

Zusammenfassung.

Es wurden nach der von P. Degel ausgearbeiteten Methode vergleichende Bestimmungen der Färbekraft des Hämoglobins (oder des Hämoglobingemisches) des mütterlichen Blutes und des Nabelvenenblutes im Momente der Geburt ausgeführt. Das Ergebnis der Untersuchung läßt folgende Schlüsse zu:

1. Die Färbekraft des Blutfarbstoffes des mütterlichen Blutes liegt etwas unter der des Blutes gesunder Frauen außerhalb der Zeit der Gravidität oder der Menstruation oder der des Blutfarbstoffes gesunder Männer. Die Herabsetzung ist jedoch nicht groß und beträgt im Mittel nur etwa 2 %.
2. Die Färbekraft des Hämoglobins des Nabelvenenblutes übersteigt im allgemeinen die Norm mehr oder weniger erheblich, im Durchschnitt um etwa 6 %. Nur in 3 von 40 Fällen lag sie in den Grenzen der Norm. In 2 von diesen Fällen war die Färbekraft des Blutfarbstoffes des entsprechenden mütterlichen Blutes verhältnismäßig stark herabgesetzt, nämlich um 4,3 bzw. 4,0 %.
3. Die Färbekraft des Hämoglobins des Nabelvenenblutes ist stets eine weit größere, als die des Hämoglobins des zugehörigen mütterlichen Blutes, auch die Fälle nicht ausgenommen, in welchen sie in den Grenzen der Norm lag. Im Mittel ist die Färbekraft des Nabelvenenhämoglobins um 8—9 % größer als die des mütterlichen Hämoglobins.

Am Schluß meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Aufgabe, Herrn Professor Dr. F. v. Krüger für die liebenswürdige Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei den Laboratoriumsarbeiten meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Für die freundliche Überlassung des Materials zu meinen Untersuchungen bin ich dem kürzlich verstorbenen Direktor der hiesigen Universitäts-Frauenklinik, Herrn Geheimrat Professor Dr. Otto Sarwey, zu großem Dank verpflichtet.

Lebenslauf.

Der Verfasser, Walter von Golz, wurde am 18. Mai 1909 als Sohn des praktischen Arztes Dr. Walter von Golz in Berlin-Wilmersdorf geboren. Von Michaelis 1916 bis Ostern 1928 besuchte er das Bismarck-Gymnasium zu Berlin-Wilmersdorf.

Darauf studierte er Medizin an den Universitäten Tübingen, Berlin und Rostock, wo er am 4. Dezember 1933 sein medizinisches Staatsexamen bestand.

Am 17. Januar 1934 bestand er die mündliche Doktorprüfung, ebenfalls an der Universität Rostock.